مؤشرات الأرقام القياسية

أهداف جسر التنمية

تهدف سلسلة جسر التنمية إلى التعريف بقضايا التنمية وأدوات تحليل جوانبها المختلفة إلى جمهور واسع من القرّاء بغرض توسيع دائرة معرفتهم وتوفير جسر بين نظريات التنمية وأدواتها المعقدة من ناحية ، ومغزاها ومدلولها العملي بالنسبة لصانعي القرار والمهتمين بهذه القضايا، من ناحية أخرى. وفي هذا الإطار تشكل سلسلة جسر التنمية إسهاماً من المعهد العربي للتخطيط بالكويت في توفير مراجع مبسطة وإثراء لمكتبة القراء المهتمين بأمور التنمية في العالم العربي.

المحتويات

مؤشرات الأرقام القياسية

إعداد: د. مصطفى بابكر

مقدمة:

درجـت العديـد من الهيئات والمؤسسات الحكومية وغير الحكومية على المستوى القطـري، الإقليمـي والدولـي علـى إعداد وتقييم ومقارنة العديد من المؤشرات الاقتصادية بصفة دورية لمتابعة الأداء الاقتصادي والتغييرات الهيكلية في البنيات الاقتصـادية والمؤسسية لأجل التعرف على مسار العملية التنموية وتقييم السياسات وبـرامج الإصلاح الاقتصادي والمساعدة في وضع السياسات والخطط المستقبلية بشـقيها الإصـلاحي والتـنموي. وقد تزايد الاهتمام بتجميع وتركيب المؤشرات الاقتصادية في الآونة الأخيرة لفهم وتقييم القدرات التنافسية للشركات والصناعات والـدول في ظل تحديات العولمة والاتجاه العام نحو سياسات التحرير الاقتصادي والخصخصة في الدول المتقدمة والنامية على حد سواء.

وتأتـي مؤشـرات الإنتاجـية والكفـاءة في مقدمة المؤشرات الاقتصادية الأكثر اسـتحواذا على اهتمام الاقتصاديين. وانطلاقا من أهمية هذه المؤشرات في التقييم السـليم لـلأداء الاقتصـادي ونسـبة للضعف النسبي في فهمها وإعدادها مقارنة بالمؤشـرات الأخـرى، وخاصـة في الدول النامية، نحاول من خلال هذه النافذة تسـليط الضـوء على أساسيات هذه المؤشرات وكيفية حسابها وتطبيقاتها في تقييم الأداء الاقتصـادي للـوحدات الإنتاجـية سلعية كانت أم خدمية، شركات كانت أم قطاعات صناعية، في نفس القطر كانت أم في أقطار ومجموعات دولية مختلفة.

تـزايد الاهتمام بالمؤشرات الاقتصادية لفهم وتقيـيم القـدرات التنافسـية للشـركات والصـناعات والـدول، وتعتبـر مؤشرات الإنتاجـية والكفـاءة الأكثر استحواذا على اهتمام الاقتصاديين.

أولا - مؤشرات الأرقام القياسية:

تعتبـر الأرقـام القياسـية الأدوات الأكثـر استخداما لقياس معدلات التغيير في المتغيرات والظواهر الاقتصادية المختلفة. تتضمن على سبيل المثال الرقم القياسي

لأسـعار المسـتهلك (CPI)، الـرقم الانكماشي للناتج المحلي الإجمالي (GDP Deflator) ، الرقم القياس لأسعار الصادر، الرقم القياسي لأسعار الوارد والأرقام القياسية المستخدمة في أسواق المال مثل مؤشر داو جونز.

يـتم فـي العـادة حسـاب الرقم القياسي بمقارنة البيانات للنقطة الزمنية الحالية أو الـوحدة المعنـية ببـيانات الـنقطة المـرجع أو الـوحدة المرجع التي تسمى اصـطلاحا بـنقطة الأسـاس (Base Period) وتكـون الوحدة الاقتصادية في العـادة إمـا منشـأة أو صـناعة أو قطـاع اقتصـادي. لتوضيح كيفية حساب الأرقام القياسية افترض المصطلحات والرموز التالية:

للبيانات:

P_{ij} يرمز لسعر السلعة i في النقطة الزمنية j أو للوحدة الإنتاجية j

q_{ij} يرمز لكمية السلعة i في النقطة الزمنية j أو للوحدة الإنتاجية j

حيث $i = 1, 2, ..., N$ و $j = s, t$ حيث s النقطة الزمنية الأساس أو الوحدة الأساس و t النقطة الزمنية الحالية أو الوحدة الحالية

ولأنواع الأرقام القياسية:

V_{st} يرمز للرقم القياسي للقيمة (Value Index)

P_{st} يرمز للرقم القياسي للسعر (Price Index)

Q_{st} يرمز للرقم القياسي للكمية (Quantity Index)

1- الرقم القياسي للقيمة:

يقيس الرقم القياسي للقيمة معدل التغيير في قيمة سلة من السلع $(i = 1, 2, ..., N)$ بين سنة الأساس s والسنة الحالية t ويحسب تبعاً للمعادلة:

$$V_{st} = \frac{\sum_{i=1}^{N} P_{it} q_{it}}{\sum_{i=1}^{N} P_{is} q_{is}}$$

وكما يتضح من المعادلة فإن المؤشر V_{st} يعكس التغيير في أسعار السلع والتغيير فـي الكمـيات المنـتجة أو المستهلكة. وعليه فمن الناحية التطبيقية يمكن استخدام المؤشـر إمـا مباشـرة فـي قياس معدلات التغيير للقيم الاقتصادية كالاستهلاك، المبيعات، والإيرادات أو غير مباشرة في حساب مؤشرات التغيير الكمي كما سيرد ذكـره لاحقـا. وتجـدر الإشارة إلى أن العديد من وكالات الإحصاء تستخدم هذه المعادلة لحساب مؤشر تكلفة المعيشة.

ولتبـيان كيفـية حسـاب الرقم القياسي للقيمة، نأخذ الإحصائيات التالية لاستهلاك اللحوم في المملكة العربية السعودية كمثال:

	الاستهلاك بآلاف الأطنان		سعر الكيلو بالريال السعودي	
	1990	1993	1990	1993
بقر	24	28	23	22
غنم	70	63	15.89	21.64
دواجن	226	319	7.81	10.21

المصدر: الاسكوا.

وبتطبيق المعادلة على الجدول أعلاه نحصل على:

$$V_{1990,1993} = \frac{5236.31}{3429.36} = 1.527$$

أي أن الإنفـاق على اللحوم في المملكة قد زاد بنسبة 53% بين العامين 1990 و 1993.

يتم حساب الرقم القياسي بمقارنة البيانات للـنقطة الزمنية الحالية أو الوحدة المعنية ببـيانات الـنقطة أو الوحدة المرجع التي تسمى بنقطة الأساس.

2- الأرقام القياسية للسعر:

أ - أرقام لاسبير وباشي القياسية:

يسـتخدم مؤشر لاسبير (Laspyres) للأسعار مقادير السلع لسنة الأساس كأوزان تعبر عن أهمية السلع المختلفة في المقياس ويحسب الرقم تبعا للمعادلة:

$$P_{st}^{L} = \frac{\sum_{i=1}^{N} P_{it} q_{is}}{\sum_{i=1}^{N} P_{is} q_{is}} = \sum_{i=1}^{N} \frac{P_{it}}{P_{is}} \times W_{is}$$

حـيث L ترمـز للاسبير و $W_{is} = \frac{P_{is} q_{is}}{\sum_{i=1}^{N} P_{is} q_{is}}$ تمثل حصة السلعة i في القيمة الكلية للسلع المكونة للسلة السلعية للمؤشر في سنة الأساس.

وتوحي المعادلة أعلاه بطريقتين لفهم مؤشر لاسبير. الأولى اعتبار المؤشر مقياسا للقـيمة الكلـية للسلة السلعية لسنة الأساس حسب الأسعار الجارية مقارنة بقيمتها الكلـية حسب أسعار سنة الأساس. والثانية اعتبار المؤشر وسطا حسابيا للأسعار النسبية للسلع المكونة للسلة مرجحا بالحصص القيمية لتلك السلع في سنة الأساس.

يسـتخدم مؤشـر باشي (Paasche) للأسعار مقادير السلع للسنة الجارية كأوزان تعبـر عـن أهمـية السلع المختلفة في المقياس ويحسب رقم باشي للسعر حسب المعادلة:

$$P_{st}^{P} = \frac{\sum_{i=1}^{N} P_{it} q_{it}}{\sum_{i=1}^{N} P_{is} q_{it}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{N} \frac{P_{is}}{P_{it}} \times W_{it}}$$

حـيث W_{it} تمـثل الحصة القيمية للسلعة i في السلة السلعية للمؤشر وذلك للسنة الجارية.

مقارنـة بمؤشر لاسبير، يمكن تفسير مؤشر باشي باعتبار أنه مقياسا للقيمة الكلية للسـلة السـلعية الحالية حسب الأسعار الجارية مقارنة بقيمتها الكلية حسب أسعار سـنة الأسـاس، أو باعتبار أنه وسطا توفيقيا للأسعار النسبية للسلع المكونة لسلة المؤشـر مـرجحاً بالحصـص القيمية لتلك السلع في السنة الجارية. ويتضح من المعـادلات المسـتخدمة فـي حسابهما أن مؤشري لاسبير وباشي يمثلان نهايتين تحـدان مسـتوى التغير الفعلي في أسعار السلة بين سنة الأساس والسنة الجارية. وتتـباعد أو تـتقارب هاتين النهايتين تبعا لدرجة التشتت في الأسعار النسبية لهذه السلع. وبالرغم من هذه الإشكالية إلا أن مؤشري لاسبير وباشي يعتبران من أشهر الأرقـام القياسـية وأكثرها استخداما وذلك لسهولة حسابهما وتفسيرهما من ناحية ولاسـتيفائهما لعـدد مـن الخصائص النظرية المرغوبة من ناحية أخرى. وتجدر الإشـارة إلى أن معظم وكالات الإحصاء القومية في العالم تستخدم قانوني لاسبير وباشـي إمـا مباشرة أو بعد إدخال بعض التعديلات عليهما في حساب المؤشرات الاقتصادية المختلفة كالأرقام القياسية لأسعار المستهلك. ويلاحظ أن قانون لاسبير هـو الأكثـر استخداما في إعداد مثل هذه المؤشرات الدورية وذلك لأن حسابه لا يتطلب جمع بيانات جديدة عن مقادير السلع.

ب - رقم فيشر القياسي:
لسد الفجوة السالفة الذكر بين رقم لاسبير القياسي ورقم باشي القياسي اقترح فيشر أخـذ الوسـط الهندسـي للمؤشرين كبديل. وعليه سمي المؤشر الناتج برقم فيشر القياسي ويمكن حسابه حسب المعادلة:

$$P_{st}^{F} = \sqrt{P_{st}^{L} \times P_{st}^{P}}$$

بالرغم من اصطناعية هذا المؤشر إلا أنه يتميز بالعديد من الخصائص الإحصائية والنظـرية المـرغوبة، مـا أضفى عليه صفة المثالية وسمي برقم فيشر المثالي (Fisher Ideal Index).

ج - رقم تورنفست القياسي:
اشتهر مؤشر تورنفست كنتيجة لاستخدامه في العديد من الدراسات الخاصة بقياس الإنتاجـية الكلـية للعوامل خلال العقدين الماضيين، ويعرف بأنه الوسط الهندسي المـرجح للأسـعار النسـبية للسلع المكونة للسلة. وتتمثل الأوزان المستخدمة في الترجيح في متوسطات الحصص القيمية لتلك السلع لسنة الأساس وللسنة الجارية. أي:

$$P_{st}^{T} = \prod_{i=1}^{N} \left[\frac{P_{it}}{P_{is}} \right]^{\frac{W_{is}+W_{it}}{2}}$$

ولتسهيل حساب المؤشر يتم أخذ اللوغريتمات لطرفي المعادلة السابقة. وعليه يمثل الـرقم القياسـي بالوسط الحسابي المرجح للتغيرات في لوغريتم الأسعار بين سنة الأساس والسنة الحالية، أي:

$$LnP_{st}^{T} = \sum_{i=1}^{N} \left(\frac{W_{is}+W_{it}}{2} \right) \left[LnP_{it} - LnP_{is} \right]$$

وحيث أن التغيير في لوغريتم سعر سلعة ما يمثل معدل التضخم لتلك السلعة، فإن مؤشر تورنفست المحسوب تبعاً للمعادلة الاخيرة يعكس بوضوح معدل التضخم في السلة السلعية.

بتطبيق قوانين لاسبير، باشي، فيشر وتورنفست على المثال السابق لحساب مؤشر التغير في أسعار اللحوم في المملكة بين سنة الأساس 1990 وسنة المقارنة 1993 نحصل على الجدول التالي:

	$P_{1990,1993}$	معدل التضخم في أسعار اللحوم (%)
لاسبير	1.269	26.9
باشي	1.266	26.6
فيشر	1.267	26.7
تورنفست	1.267	26.7

وبمقارنة مؤشرات الأسعار الناتجة نلاحظ الآتي:

- تطابـق مؤشـري فيشـر وتورنفست حيث كل منهما يشير إلى أن معدل التضـخم فـي أسعار اللحوم في المملكة يساوي 26.7%. بالرغم من أن الـتطابق فـي هذا المثال جاء نتيجة الصدفة إلا أنه يشير بوضوح للتقارب الشديد بين المؤشرين في الواقع.
- في حالة الزيادة في مستوى الأسعار كما في هذا المثال، يحد مؤشر لاسبير معـدل التغيير من أعلى ويحد مؤشر باشي معدل التغيير من أسفل مقارنة بمؤشـري فيشر وتورنفست كما ويدلل ذلك بوضوح على عدم دقة مؤشري لاسبير وباشي رغم سهولة حسابهما.

3 ـ الأرقام القياسية للكم:

هـنالك طـريقتان يمكـن اسـتخدامهما لقـياس معدل التغيير في الكم للمتغيرات الاقتصادية كالإنتاج، الاستهلاك، الصادرات والواردات:

أ ـ الطريقة المباشرة:
يحسـب مؤشـر التغيـر مباشرة من بيانات المقادير النسبية للسلع بتطبيق قوانين الأرقـام القياسـية سـالفة الذكر مع استبدال الأسعار بالكميات. ويتم حساب الرقم القياسـي للكـم بتطبيق قوانين لاسبير، باشي، فيشر وتورنفست باستبدال الأسعار بالمقادير، ويعتبر رقم تورنفست الأكثر شيوعاً في حساب مؤشرات التغيير الكمي للمخـرجات والمدخلات الإنتاجية وذلك للخصائص الهامة التي يتمتع بها المؤشر من وجهة النظرية الاقتصادية.

ب ـ الطريقة غير المباشرة:
تستند إلى الفكرة الاساسية بأن التغيير في السعر والكمية هما المكونان للتغيير في القيمة. وعليه، فبمعرفة التغيير في السعر من حساب الأرقام القياسية للسعر يمكن حسـاب التغيير في الكمية بقسمة التغيير في القيمة على التغيير في السعر. وكثيرا مـا تسـتخدم هذه الطريقة في المقارنة الزمنية للمقادير، وتعتمد على فرضية أن

التغيير في القيمة يجب أن يساوي حاصل ضرب التغيير في السعر والتغيير في الكمية. أي:

$$V_{st} = P_{st} \times Q_{st}$$

وعليه:

$$Q_{it} = \frac{V_{st}}{P_{st}} = \frac{\sum_{i=1}^{N} P_{it} q_{it}}{\sum_{i=1}^{N} P_{is} q_{is}} \Big/ P_{st}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{N} P_{it} q_{it} \Big/ P_{st}}{\sum_{i=1}^{N} P_{is} q_{is}}$$

أو

$$Q_{st} = \frac{\text{القيمة في السنة الجارية بالأسعار الثابتة لسنة الأساس}}{\text{القيمة في سنة الأساس}}$$

حيث يمثل التعبير في البسط سلاسل الأسعار الثابتة الشائعة الاستخدام في المنشورات الإحصائية. ويستنتج من الشكل الأخير للمعادلة والطريقة غير المباشرة، أن التجميعات القيمية المعدلة للتغير في الأسعار يمكن اعتبارها تجميعات كمية. وأشهر الأمثلة لهذه التجميعات في المنشورات الإحصائية هي سلاسل الناتج المحلي الإجمالي (GDP)، سلاسل الإنتاج القطاعي، سلاسل الاستثمار وسلاسل الصادرات والواردات.

ج ـ الازدواجية الذاتية لمعادلات المقارنة الكمية المباشرة وغير المباشرة:

يقصد بالازدواجية الذاتية (Self-Duality)، تطابق الرقم القياسي الكمي المحسوب بالطريقة المباشرة مع الرقم القياسي الكمي المحسوب بالطريقة غير المباشرة وتعرف هذه الخاصية أيضا بالاختبار المعاكس للعامل (Factor Reversal Test) في أدبيات الأرقام القياسية. ويعتبر مؤشر فيشر المؤشر الوحيد الذي يستوفي هذه الخاصية. أي أن هنالك ازدواج ذاتي بين رقم فيشر القياسي للسعر ورقم فيشر القياسي للكمية. وتنبع أهمية هذه الخاصية من أنه في حالة غيابها تختلف قيمة الرقم القياسي الكمي المحسوب بالطريقة المباشرة عن قيمة الرقم القياسي الكمي المحسوب بالطريقة غير المباشرة. وهنا يبرز السؤال أيهما نختار. من الناحية التطبيقية، يعتمد الاختيار على نوعية البيانات المتوفرة، درجة التشتت في

الأسـعار النسـبية والمقاديـر النسـبية، والإطـار النظـري المستخدم للمقارنة الكمية.

فيما يتعلق بنوعية البيانات، فنادرا ما تتوفر للباحث البيانات التي تمكنه من حساب المؤشـر الكمـي بالطـريقتين وعلـيه لا توجد فرصة للاختيار بينهما. ففي حالة البيانات التجميعية مثلا، نجد أن الشكل الوحيد المتوفر للمقادير هو سلاسل الأسعار الثابـتة، وعلـيه لا مناص من استخدام الطريقة غير المباشرة لإجراء المقارنات الكمية.

يسـتوفي مؤشـر فيشر ومؤشر تورنفست غالبـية الخصـائص الاحصـائية للارقام القياسـية، ما يفسر استخدامهما الواسع في الدراسات التطبيقية.

أمـا فـيما يتعلق بدرجة التشتت، فإنها توحي بمدى دقة المؤشر المستخدم، وعليه يمكن أن تساعد في عملية الاختيار بين الطريقة المباشرة وغير المباشرة في حالة توفر البيانات المطلوبة. فمثلاً، إذا كانت درجة التشتت في الأسعار النسبية أقل من درجة التشتت في المقادير النسبية للسلع، فيوصى باستخدام الطريقة غير المباشرة والعكـس صـحيح. وفيما يخص الناحية النظرية فهناك حجج لاستخدام الطريقة المباشـرة وأخـرى لاسـتخدام الطـريقة غيـر المباشرة. فمثلا يفضل ديوارت (Diewert) اسـتخدام الطـريقة المباشرة في مقارنات الإنتاج والإنتاجية لاستيفاء هـذه الطـريقة لقـيود التقنيات الإنتاجية، في حين يرى بالك (Balk) أن الأرقام القياسـية الكمـية المحسوبة بالطريقة غير المباشرة هي الأفضل في حالة فرضية السلوك الاقتصادي في ظل القيود على الإيراد.

لتوضيح المقارنة بين المؤشرات الكمية المحسوبة بالطريقة المباشرة والطريقة غير المباشـرة يوضـح الجـدول أدناه الأرقام القياسية الكمية المختلفة لمثال استهلاك اللحـوم في المملكة العربية السعودية آنف الذكر، وذلك لسنة 1993 مقارنة بسنة الأساس 1990:

	$Q_{1990,1993}$ الطريقة المباشرة	$Q_{1990,1993}$ الطريقة غير المباشرة
لاسبير	1.206	1.204
باشي	1.204	1.206
فيشر	1.205	1.205
تورنفست	1.205	1.205

وبمقارنة العمودين في الجدول أعلاه نستنتج الآتي:

- زيـادة اسـتهلاك اللحـوم في المملكة بحوالي 21% بين عامي 1990 و 1993.
- اسـتيفاء مؤشري فيشر وتورنفست لخاصية الازدواج الذاتي، حيث تساوت نـتائج الطريقة المباشرة مع نتائج الطريقة غير المباشرة مع التنويه إلى أن استيفاء الخاصية لمؤشر تورنفست جاءت بمحض الصدفة في هذا المثال.
- عدم استيفاء كل من مؤشري لاسبير وباشي لخاصية الازدواج الذاتي.
- تسـاوي مؤشر لاسبير المباشر لمؤشر باشي غير المباشر وكذلك العكس. وهذه النتيجة صحيحة على وجه الإطلاق وليست مقتصرة على هذا المثال.

4 ـ الخصائص الإحصائية للأرقام القياسية:

تشمل الخصائص الإحصائية المرغوب توافرها في الأرقام القياسية ما يلي:

- الموجبية (Positivity): الرقم القياسي يجب أن يكون موجبا.
- الاسـتمرارية (Continuity): الـرقم القياسـي دالة مستمرة في الأسعار والكميات.
- التناسـبية (Proportionality): إذا زادت كـل الأسعار بنسبة معينة فإن الرقم القياسي للسعر يجب أن يزيد بنفس النسبة. وكذلك الحال بالنسبة للرقم القياسي للكمية في حالة زيادة مقادير السلع.
- عـدم التمييـز (Dimentional Invariance): يجب أن لا يتأثر الرقم القياسي بوحدات القياس للأسعار والمقادير.

والغـرض مـن هـذه الخصائص الأربعة هو إضفاء الانتظامية (Regularity) والمعـيارية على المؤشر من الناحية الرياضية وبالتالي تقنين صحة استخدام الرقم القياسي في إجراء المقارنات.

- الاختبار المعاكس للزمن (Time-Reversal Test): للنقطتين الزمنيتين t و s $\left(P_{st} = \frac{1}{P_{ts}}\right)$ ويسـتفاد مـن هذه الخاصية في تعديل سنة الأساس في الأرقـام القياسـية المنشـورة. مثلاً لتعديل سنة الأساس في سلسلة الأرقام القياسـية لتكالـيف المعيشة التي تصدرها وكالة الإحصاء في قطر ما من 1987 إلى 1990 تقسم كل الأرقام القياسية في السلسلة على الرقم القياسي لسنة 1987.

- اختـبار القـيمة المتوسـطة (Mean-Value Test): يجب أن يقع الرقم القياسـي للسـعر بـين أقل وأعلى سعر نسبي للسلع، وكذلك الحال للرقم القياسـي للكمية بالنسبة للمقادير النسبية للسلع. والغرض من هذا الاختبار هو التأكد من صحة حساب الرقم القياسي بمقارنته مع أقل وأكبر تغيير في الأسعار أو المقادير النسبية للسلع المكونة لسلة المؤشر.
- الاختـبار المعـاكس للعامـل (Factor-Reversal Test): ويعنـي أن $V_{st} = P_{st} \times Q_{st}$. وتعـرف هذه الخاصية أيضا بالازدواج الذاتي ولقد أشرنا لهـا عند الحديث عن الطريقة المباشرة وغير المباشرة في حساب الأرقام القياسية الكمية.
- الاختـبـار الدائـري "المتعدي" (Circularity Test “Transitivity”): لأي ثـلاث نقـاط s، t و r يعنـي هذا الاختبار أن $P_{st} = P_{sr} \times P_{rt}$. أي أن المقارنة المباشرة بين s و t تؤدي إلى نفس المقياس كما لو كانت المقارنة غيـر مباشـرة خلال r. وتعتبر هذه الخاصية ضرورية لصحة المقارنات المقطعية المتعددة الأطراف للإنتاجية كما سيرد ذكره لاحقا.

هـذا ويسـتوفي مؤشـر فيشر كل خصائص الأرقام القياسية المذكورة أعلاه عدا الاختـبار الدائـري. كما يستوفي مؤشر تورنفست كل الخصائص المذكورة ماعدا خاصـيتي الاختبار المعاكس للعامل والاختبار الدائري، وهذا يفسر سر الاستخدام الواسع لهذين المؤشرين في الدراسات التطبيقية.

5 ـ الأرقام القياسية والنظرية الاقتصادية:

فـي ظـل فرضيات السلوك الأمثل وانتظام التقنيات الإنتاجية، فإن رقمي لاسبير وباشـي يحـدان مـن أعلـى وأسـفل الرقم القياسي الحقيقي من ناحية النظرية الاقتصـادية ويعطـي رقم فيشر تقريباً جيداً للرقم الحقيقي. وإذا أضفنا للظروف أعلاه أن دالة الإيراد في حالة المخرجات أو دالة التكلفة في حالة المدخلات تمثلها دالة اللوغريتم المتعدي (Translog) مع استيفاء بعض الشروط الأخرى، فإن رقم تورنفسـت القياسـي يكـون مسـاويا للـرقم القياسي الحقيقي من ناحية النظرية الاقتصـادية. أما إذا كانت دالة التكلفة تمثلها الدالة التربيعية (Quadratic)K فإن رقـم فيشـر يكـون مساويا للرقم القياسي الحقيقي من ناحية النظرية الاقتصادية. وتظهـر هذه النتائج دعم النظرية الاقتصادية لاستخدام مؤشري فيشر وتورنفست في قياس معدلات التغيير في الأسعار والكميات وبالتالي تبرر شيوع استخدامها في رصد وتقييم معدلات التغيير في الإنتاجية كما سنرى في الجزء التالي.

فـي ظـل فرضـيات السلوك الأمثل وانتظام التقنـيات الإنتاجية، فإن رقمي لاسبير وباشي القياسيين يحدان من أعلى وأسفل الرقم القياسي الحقيقي من ناحية النظرية الاقتصادية.

ثانيا ـ مؤشرات الإنتاجية:

لقـياس معـدلات التغيـر في الإنتاجية تستخدم الأرقام القياسية الكمية في حساب التغيـرات فـي مسـتويات المخرجات والمدخلات للعملية الإنتاجية بين نقطتين زمنيتـين أو أكثر أو بين منشأتين إنتاجيتين أو أكثر. ويقيس مؤشر الإنتاجية الكلية للعـوامل (TFP) نسبة التغيير في جملة المخرجات إلى التغيير في جملة استخدام المدخلات. ويفضل هذا المؤشر على المؤشرات الجزئية للإنتاجية كالإنتاج للعامل الـواحد لأن الأخيـر يعطي صورة مضللة للأداء الكلي. هذا ويمكن تطبيق مؤشر الإنتاجـية الكلـية للعـوامل لإجراء المقارنات الثنائية بين نقطتين زمنيتين أو بين وحدتين إنتاجيتين وكذلك لإجراء المقارنات متعددة الأطراف.

1 ـ المقارنات الثنائية:

يعـرف مؤشـر الإنتاجـية الكلـية للعوامل بين النقطتين الزمنيتين (أو الوحدتين الإنتاجيتين) s و t في شكله اللوغاريتمي بالتعبير:

لوغريتم (الـرقم القياسـي لكمية المخرجات ÷ الـرقم القياسـي لكمية المدخلات) $= LnTFP_{st} = Ln\frac{Output\ Index_{st}}{Input\ Index_{st}}$

ولتطبـيق قوانـين الأرقـام القياسية للكم على مكوني المؤشر نستخدم التعريفات والرموز:

j للمدخلات، i للمخرجات، w للحصص القيمية للمخرجات، v للحصص القيمية للمدخلات، x لمقادير المدخلات و y لمقادير المخرجات السلعية.

أ ـ مؤشر تورنفست للإنتاجية الكلية للعوامل:

هـو الأكثـر اسـتخداما في دراسات الإنتاجية ويحسب في صورته اللوغاريتمية كالآتي:

$$LnTFP_{st}^{T} = Ln\frac{Output\ Index_{st}}{Input\ Index_{st}} = LnOutput\ Index_{st} - LnInput\ Index_{st}$$

$$= \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\left(w_{is} + w_{it}\right)\left[Lny_{it} - Lny_{is}\right] - \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{K}\left(\upsilon_{js} + \upsilon_{jt}\right)\left[Lnx_{jt} - Lnx_{js}\right]$$

حـيث الجـزء الأول مـن المعادلـة يمثل لوغاريتم رقم تورنفست القياسي للكم للمخرجات، والجزء الثاني يمثل لوغاريتم رقم تورنفست القياسي للكم للمدخلات.

ب ـ مؤشر فيشر للإنتاجية الكلية للعوامل:

يأتـي في المرتبة الثانية من حيث الاستخدام في قياس الإنتاجية. ويمتاز بالإضافة لخصائصـه الإحصـائية والاقتصادية المرغوبة بسهولة حسابه. ويحسب بتطبيق معادلة فيشر القياسية للكم على بيانات المخرجات في البسط وتطبيقها على بيانات المدخلات في المقام، أي:

رقـم فيشـر القياسي لكمية المخرجات
____
رقـم فيشـر القياسي لكمية المدخلات

$$= TFP_{st}^{F} = \frac{Output\ Index_{st}^{F}}{Input\ Index_{st}^{F}}$$

> يقيس مؤشر الإنتاجية الكلية للعوامل نسبة التغيير في جملة المخرجات إلى التغيير في جملـة استخدام المدخلات، ويطبق لاجراء المقارنات الثنائية ومتعددة الأطراف.

2 ـ المقارنات متعددة الأطراف وخاصية التعدي:

يؤدي التعميم الروتيني لمعادلات الإنتاجية سالفة الذكر على حالات المقارنة متعددة الأطـراف، حـيث يفوق عدد الوحدات أو السنوات المقارنة الاثنتين، إلى مشكلة فقـدان خاصية التعدي (Transitivity) وتعني هذه الخاصية أن نتائج مقارنة أي طـرفين مباشرة أو من خلال طرف ثالث، يجب أن تكون متطابقة. وتبرز الحاجة لاسـتيفاء هـذه الخاصـية في إجراء المقارنات متعددة الأطراف للإنتاجية وذلك لضمان الاتساق الداخلي (Internal Consistency) لهذه المقارنات. وبما أن كل الأرقـام القياسـية سـالفة الذكـر تفـتقد هذه الخاصية، فقد اقترح كل من كيف،

كرستنسين وديوارت في عام 1982 طريقة لتعديل مؤشر تورنفست للإنتاجية غير المتعدي إلى مؤشر متعدي، وسميت نسبة إلى أسماء مخترعيها بـ طريقة CCD. وتبعا لهذه الطريقة يحسب مؤشر تورنفست للإنتاجية متعددة الأطراف بالمعادلة:

$$LnTFP_{st}^{*} = \left[\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\left(w_{it}+\overline{w}_{i}\right)\left(Lny_{it}-\overline{Lny}_{i}\right)-\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\left(w_{is}+\overline{w}_{i}\right)\left(Lny_{is}-\overline{Lny}_{i}\right)\right]-$$
$$\left[\frac{1}{2}\sum_{j=1}^{K}\left(\upsilon_{jt}+\overline{\upsilon}_{j}\right)\left(Lnx_{jt}-\overline{Lnx}_{j}\right)-\frac{1}{2}\sum_{j=1}^{K}\left(\upsilon_{js}+\overline{\upsilon}_{s}\right)\left(Lnx_{js}-\overline{Lnx}_{j}\right)\right]$$

حيث:

TFP_{st}^{*} تمثل مؤشر الإنتاجية المتعدي.

$\overline{w}_{i}$ الوسط الحسابي للحصص القيمية للمخرجات.

$\overline{\upsilon}_{i}$ الوسط الحسابي للحصص القيمية للمدخلات.

$$\overline{Lny}_{i} = \frac{1}{M}\sum_{k=1}^{M} Lny_{ik}$$
$$\overline{Lnx}_{j} = \frac{1}{M}\sum_{k=1}^{M} Lnx_{jk}$$

حيث M تمثل عدد الوحدات أو الفترات الزمنية المقارنة.

ويمـتاز مؤشر CCD للإنتاجية بسهولة الحساب وشيوع الاستخدام في الدراسات التطبيقـية. ويسـتند المؤشر إلى التفسير البديهي بأن المقارنة بين أي منشأتين تتم بمقارنة كل منشأة على حدة بالمنشأة المتوسطة ثم مقارنة الاختلاف بين المنشأتين بعد خصم مستوى أداء المنشأة المتوسطة.

هنالك أيضاً طريقة أكثر تعميما في حساب مؤشر الإنتاجية المتعدي تُعرف المؤشر علـى أساس أنه ناتج القسمة بين الرقم القياسي المتعدي للإنتاج في البسط والرقم القياسي المتعدي للاستخدام في المقام، أي:

$$TFP_{st}^{*} = \frac{Transitive\ Output\ Index_{st}}{Transitive\ Input\ Index_{st}}$$

ويسـتخدم فـي تحـويل الأرقـام القياسـية غير المتعدية في البسط والمقام إلى أرقـام قياسـية مـتعدية شـبيهة بطـريقة CCD. ويعتبـر رقـم فيشر القياسي الأكثـر اسـتخداما فـي حسـاب الإنتاجـية بـين المؤشرات التي تستخدم هذه الطـريقة لإجـراء المقارنـات مـتعددة الأطـراف. وتعتبر خاصية التعدي ذات أهمـية كبيـرة لإجـراء المقارنـات الأفقية (Spatial Comparisons) متعددة

الأطـراف بـين المنشـآت أو الـوحدات الاقتصادية الأخرى لضرورة الاتساق الداخلـي لصـحة هـذه المقارنـات. أمـا فـي حالـة المقارنـات الـزمنية (Temporal Comparisons) فهـي ليسـت بـذات الأهمـية لأن وجـود التـرتيب الطبيعـي للمشـاهـدات يكفـي لإضـفاء الاتساق الداخلي من خلال حساب المؤشرات التسلسلية (Chain-Base Indices).

لحسـاب مؤشـرات الإنتاجـية يمكن استخدام برنامج الحاسب الآلي *TFPIP* وهو برنامج متخصص في حساب الأرقام القياسية للكم للمخرجات والمدخلات وحساب مؤشـر الإنتاجية الكلية للعوامل. ولتنفيذ البرنامج يحتاج المستخدم لتجهيز نوعين مـن الملفـات: ملـف البيانات (Data File) ويشمل بيانات المنشآت أو السنوات المـراد مقارنـتها وملـف التعليمات (Instruction File) ويحتوي على تعريف مفردات ملف البيانات وتحديد نوع وطبيعة المؤشر المراد حسابه.

> لحساب مؤشرات الإنتاجية يمكن استخدام برنامج الحاسب الآلي (Total Factor Productivity Index TFPIP Program)، ويمكن الوصول اليه عبر الانترنت من الموقع:
> http://www.une.edu.au/Econometrics

ثالثا ـ مؤشرات الكفاءة:

لقـد اعـتمدنا فـي حسـاب مؤشرات الإنتاجية في الجزء السابق على الفرضية الضـمنية للأرقـام القياسـية، أن جمـيع المنشـآت الإنتاجية تعمل بكفاءة تقنية كاملـة. فـي هـذا الجـزء ولكـي يصـح قياسنا لمؤشرات الكفاءة سنلغي هذه الفرضـية ونسـتعيض عـن الطـرق القياسـية المبنـية عليها باستخدام طرق البـرمجة الرياضـية (Mathematical Programming) لتقديـر دوال الحـدود القصـوى لـلأداء ومـن ثـم قـياس درجة كفاءة المنشآت الإنتاجية مقارنة بهذه الحدود.

1 ـ أساسيات قياس الكفاءة:

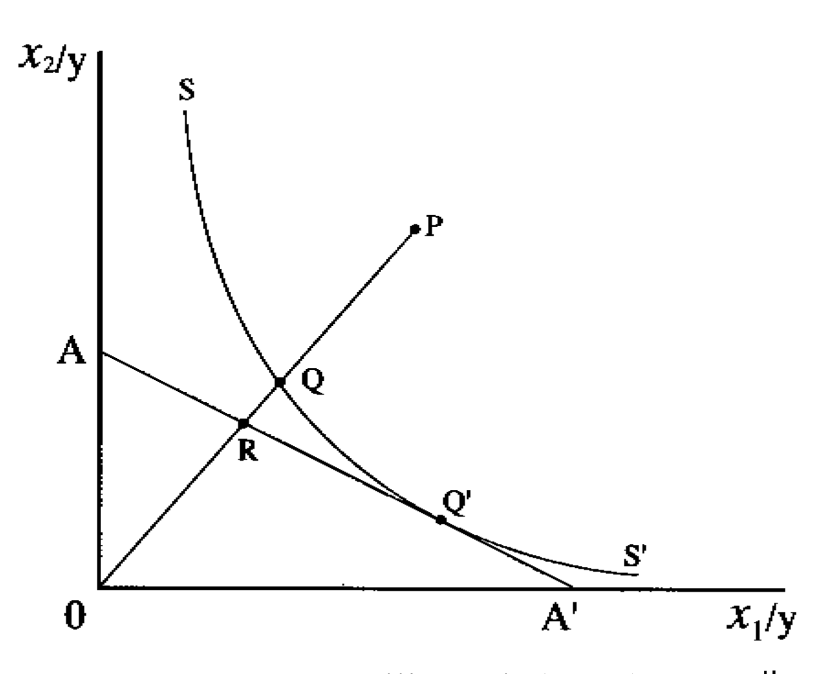
أوضـح فاريـل (1957) أن الكفـاءة الاقتصـادية للمنشـأة تـتكون من الكفاءة التقنـية والكفـاءة التوظيفـية (Allocative Efficiency). وتعنـي الكفـاءة التقنـية مقـدرة المنشـأة علـى الحصـول على أكبر قدر من الإنتاج باستخدام المقاديـر المـتاحة مـن المـدخلات، فـي حـين تعكس الكفاءة التوظيفية مقدرة المنشـأة علـى اسـتخدام المـزيج الأمـثل للمـدخلات آخذة في الاعتبار أسعار المـدخلات والتقنـيات الإنتاجـية المـتاحة. وتـبعا لفاريـل، هـناك طريقتان

لحساب مؤشرات الكفاءة الأولى من جانب المدخلات وتسمى المؤشرات ذات التوجيه الاستخدامي (input-Oriented Measures)، والثانية من جانب المخرجات وتسمى المؤشرات ذات التوجيه الإخراجي (Output-Oriented Measures).

تتكون الكفاءة الاقتصادية للمنشأة من الكفاءة التقنية أي المقدرة على الحصول على أكبر قدر من الإنتاج باستخدام المتاح من المدخلات، ومن الكفاءة التوظيفية أي المقدرة على استخدام المزيج الأمثل للمدخلات.

أ ـ المؤشرات ذات التوجيه الاستخدامي:

يمثل الشكل أدناه الخريطة الإنتاجية من وجهة الاستخدام لمنشأة تنتج المخرج y مستخدمة مدخلي الإنتاج x_1 و x_2 تحت ظروف تقنية تتميز بثبات اقتصاديات الحجم.



المصدر: Coelli et. al. (2000)

حيث ss' تمثل تقنية المدخلات لإنتاج وحدة واحدة من y بأقصى كفاءة و AA' منحنى التكلفة المتساوية لإنتاج الوحدة. يمثل المنحنى ss' نقاط الاستخدام ذات الكفاءة الكاملة لإنتاج وحدة من الناتج y. وعليه فإن النقطة P تعتبر أقل كفاءة من Q لإنتاج وحدة واحدة من y وتعتبر المسافة PQ عن مدى الانخفاض في الكفاءة التقنية حيث تشير إلى الكمية التي يمكن بها تقليص جميع المدخلات تناسبيا

بـدون تقليص الإنتاج. ويحسب مؤشر الكفاءة التقنية للمنشأة التي تنتج عند النقطة P على الشعاع OP بالمعادلة:

$$TE_i = \frac{OQ}{OP}$$

ويأخـذ المؤشر القيم 1-0 حيث القيمة 1 تدل على الكفاءة التقنية الكاملة للمنشأة. ويمثل ميل المستقيم AA' السعر النسبي للمدخلات وبمعرفة هذا الميل يمكن حساب مؤشر الكفاءة التوظيفية للمنشأة على الشعاع OP بالمعادلة:

$$AE_i = \frac{OR}{OQ}$$

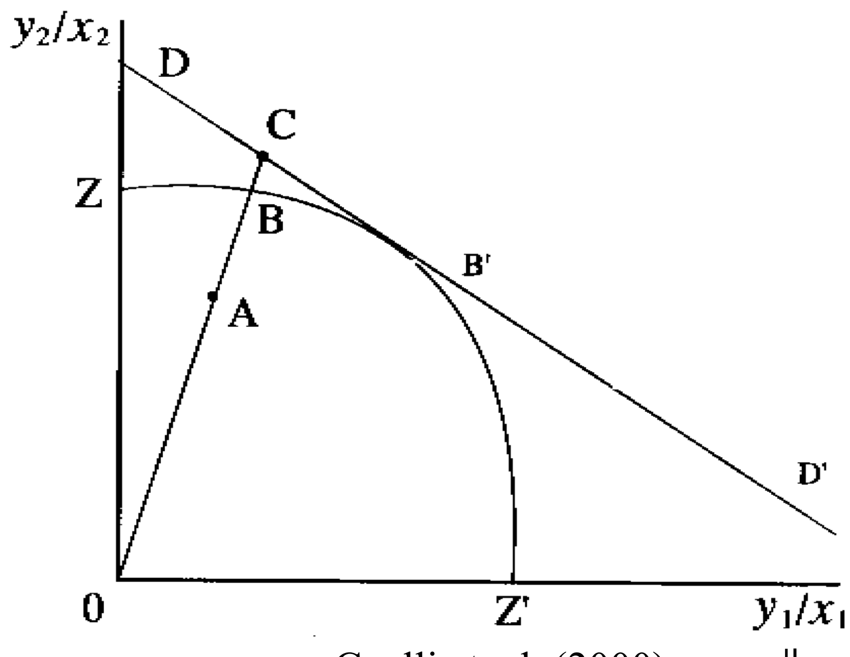
وتمـثل المسافة RQ في الشكل، المقدار الذي يمكن به تخفيض تكلفة إنتاج الوحدة مـن y بتوظيف المدخلات حسب النقطة Q' بدلاً عن النقطة Q. وتعرف الكفاءة الاقتصادية للمنشأة حسب المعادلة:

$$EE_i = \frac{OR}{OP} = \frac{OQ}{OP} \times \frac{OR}{OQ} = TE_i \times AE_i$$

أي أن الكفاءة الاقتصادية تساوي حاصل ضرب الكفاءة التقنية والكفاءة التوظيفية.

ب ـ المؤشرات ذات التوجيه الإخراجي:

تعرف الكفاءة من جانب المخرجات بالكمية التي يمكن بها زيادة المخرجات تناسبيا بدون تقليص كمية المدخلات. ويوضح الشكل أدنـاه الخريطة التقنية للمخرجات لمنشـأة تنـتج نوعـين من المخرجات y_1 و y_2 وتستخدم مدخل الإنتاج x_1 تحت ظروف تقنية تتميز بثبات اقتصاديات الحجم.



المصدر: Coelli et. al. (2000)

حـيث ZZ' يمـثل منحنى إمكانية الإنتاج و DD' خـط تساوي الإيرادات. وتمثل الـنقطة A منشأة غير كفؤة لأنه يمكن زيادة إنتاج السلعتين y_1 و y_2 إلى مستوى الـنقطة B بدون أي زيادة في المدخلات. عليه تحسب الكفاءة التقنية لهذه المنشأة على الشعاع OC بالمعادلة:

$$TE_O = \frac{OA}{OB}$$

ويأخـذ المؤشـر القيم 1-0 حيث القيمة 1 تمثل الكفاءة التقنية الكاملة. هذا ويمثل مـيل المسـتقيم DD' السعر النسبي للمخرجات ويحسب مؤشر الكفاءة التوظيفية للمنشأة التي تنتج عند النقطة B بدلاً عن B' على الشعاع OC بالمعادلة:

$$AE_O = \frac{OB}{OC}$$

حـيث المسـافة BC فـي الشـكل تمثل الزيادة في الإيرادات التي يمكن تحقيقها بتوظـيف المخـرجات حسـب المسـتوى B' بـدلاً عن B. كما تعرف الكفاءة الاقتصادية الكاملة للمنشأة من جانب الإخراج حسب المعادلة:

$$EE_O = \frac{OA}{OC} = \frac{OA}{OB} \times \frac{OB}{OC} = TE_O \times AE_O$$

تجـدر الإشـارة هـنا إلـى أن تساوي قيم مؤشرات الكفاءة من جانبي المدخلات والمخرجات يكون فقط في حالة ثبات اقتصاديات الحجم.

2 ـ نموذج التحليل بتطويق البيانات:

يعتبـر نموذج التحليل بتطويق البيانات (Data Envelopment Analysis "DEA" . Model) DEA نمـوذج غيـر معلمي (Non Parametric) ويستخدم البرمجة الخطـية لإيجاد نقاط التجزئة لمنحنى الحدود القصوى للأداء ومن ثم يقيس درجة الكفاءة مقارنة بهذا المنحنى. وهنالك نوعان من نماذج الـ DEA هما اقتصاديات الحجـم الثابـتة (CRS) واقتصاديات الحجم المتغيرة (VRS) ولأي من النوعين يمكـن حسـاب مؤشـرات الكفـاءة إمـا باستخدام خريطة المدخلات أو خريطة المخرجات.

أ ـ مؤشرات الكفاءة لنموذج الاقتصاديات الثابتة (CRS):

افتـرض توفر البيانات الإحصائية عن K من المدخلات و M من المخرجات لـ N مـن المنشآت الإنتاجية. اجعل المتجهة x_i ترمز للمدخلات والمتجهة y_i ترمز للمخـرجات حـيث i ترمـز للمنشأة. أيضاً اجعل X تمثل مصفوفة المدخلات $K \times N$ واجعل Y تمثل مصفوفة المخرجات $M \times N$.

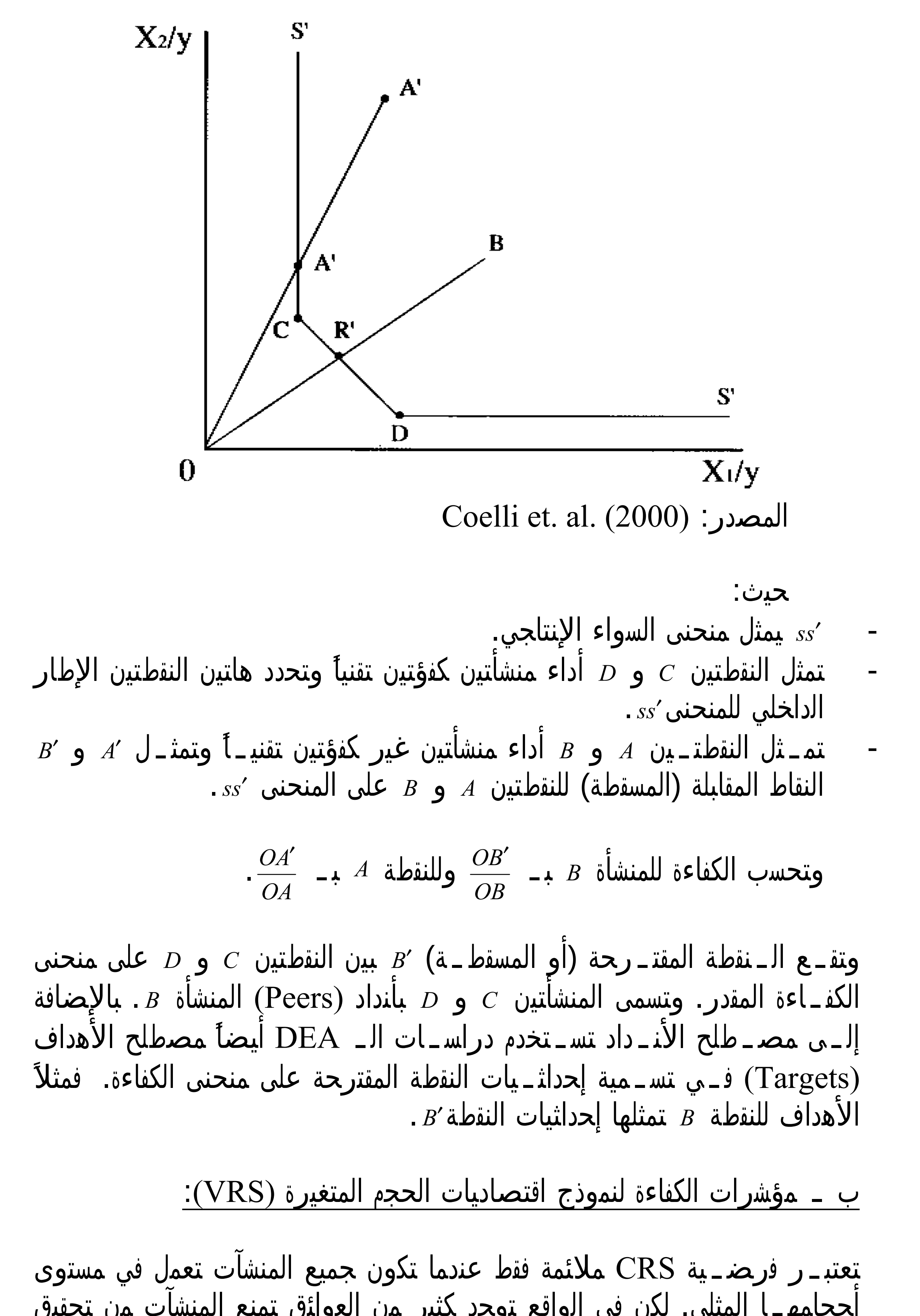
لإيجـاد مؤشـر الكفاءة للمنشأة i باستخدام خريطة المدخلات تحل مسألة البرمجة الخطية التالية:

$$\begin{aligned}
& Max_{u,v} u' y_i \\
& st \\
& v' x_i = 1 \\
& u' y_i - v' x_i \leq 0, \;\; j = 1, 2, ..., N \\
& u \geq 0, v \geq 0
\end{aligned}$$

حيث المتجهة u $(M \times 1)$ تمثل أوزان المخرجات والمتجهة v $(K \times 1)$ تمثل أوزان المدخلات والمقدار $u' y_i$ يمثل درجة كفاءة المنشأة i. وباستخدام نظرية الازدواجية (Duality) في البرمجة الخطية يمكن تبسيط المسألة أعلاه بوضعها في الصورة:

$$\begin{aligned}
& Min_{\theta,\lambda} \theta \\
& st \\
& - y_i + Y\lambda \geq 0 \\
& \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
& \lambda \geq 0
\end{aligned}$$

حيث المتجهة λ $(N \times 1)$ تمثل أوزان المفردات و θ قيمة مؤشر الكفاءة التقنية للمنشـأة i. وتأخـذ θ القـيم 1-0 حيث القيمة 1 تعني وقوع نقطة الأداء على منحنـى الحـدود القصـوى وبالتالـي تدل على كفاءة المنشأة من الناحية التقنية. وللصـورة الأخيـرة لمسألة البرمجة التفسير التالي: أن المسألة تسعى إلى تقليص متجهة المدخلات للمنشأة i (x_i) تناسبياً إلى أقل حد ممكن مع الإبقاء على إمكانية تحقيق مستوى المخرجات عند y_i، متطابقة تماماً في ذلك مع نظرية فاريل. ويمثل الإطـار الداخلـي لنقاط التجزئة الخطية لمنحنى السواء الإنتاجـي (Isoquant) النقاط البيانية المشاهـدة وينتج من التقليص الشعاعي لمتجهة المدخلات x_i النقاط المسـقطة (Projected) $(X\lambda, Y\lambda)$ على المنحنى. ويمثل الشكل أدناه هذه النقاط بيانياً:



المصدر: Coelli et. al. (2000)

حيث:

- ss' يمثل منحنى السواء الإنتاجي.
- تمثل النقطتين C و D أداء منشأتين كفؤتين تقنياً وتحدد هاتين النقطتين الإطار الداخلي للمنحنى ss'.
- تمثل النقطتين A و B أداء منشأتين غير كفؤتين تقنياً وتمثل A' و B' النقاط المقابلة (المسقطة) للنقطتين A و B على المنحنى ss'.

وتحسب الكفاءة للمنشأة B بـ $\frac{OB'}{OB}$ وللنقطة A بـ $\frac{OA'}{OA}$.

وتقع النقطة المقترحة (أو المسقطة) B' بين النقطتين C و D على منحنى الكفاءة المقدر. وتسمى المنشأتين C و D بأنداد (Peers) المنشأة B. بالإضافة إلى مصطلح الأنداد تستخدم دراسات الـ DEA أيضاً مصطلح الأهداف (Targets) في تسمية إحداثيات النقطة المقترحة على منحنى الكفاءة. فمثلاً الأهداف للنقطة B تمثلها إحداثيات النقطة B'.

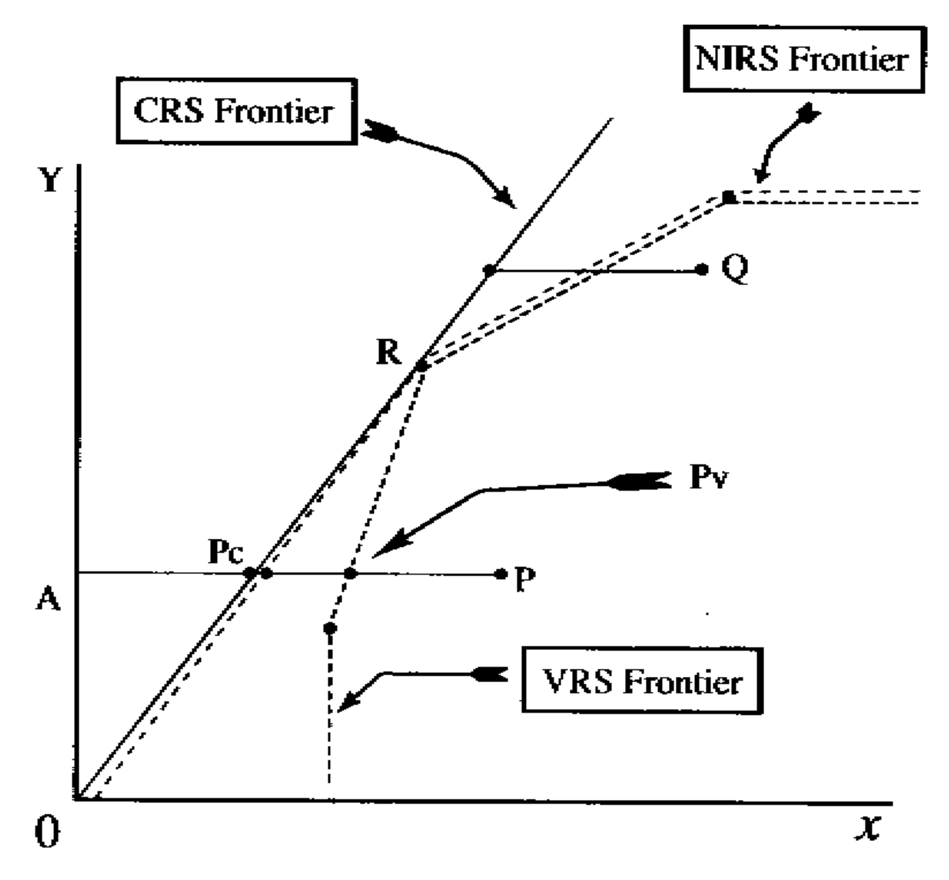
<u>ب - مؤشرات الكفاءة لنموذج اقتصاديات الحجم المتغيرة (VRS):</u>

تعتبر فرضية CRS ملائمة فقط عندما تكون جميع المنشآت تعمل في مستوى أحجامها المثلى. لكن في الواقع توجد كثير من العوائق تمنع المنشآت من تحقيق هذه الأحجام كالمنافسة غير التامة، قيود التمويل وغيرهما. استخدام فرضية CRS

فـي نموذج DEA عندما لا تكون كل المنشآت تعمل في مستوى أحجامها المثلى ينـتج عـنه خلط مؤشرات الكفاءة التقنية بالكفاءة الحجمية وللفصل بين أثر التقنية وأثر الحجم في قياس الكفاءة يستخدم نموذج VRS.

يعـدل نمـوذج CRS إلـى نمـوذج VRS فـي مسـألة البرمجة الخطية للـ DEA بإضـافة قـيد الحجـم $Z'\lambda = 1$، حـيث Z $(N \times 1)$ ترمـز لمتجهة الوحدة (Unit Vector). وتحسـب كفـاءة الحجـم (Scale Efficiency) للمنشـأة بتطبـيق الـ DEA علـى نمـوذج CRS ونموذج VRS للمنشأة ثم حسـاب معـدل الكفـاءة التقنـية للنموذجـين ومـن ثم فإن الفرق بين المعدلين يمـثل معـدل الكفـاءة الحجمـية (SE). هـذا ويتمثل أحد عيوب مؤشر الكفاءة الحجمـية المحسـوب تـبعاً للطـريقة أعـلاه أنه لا يوضح ما إذا كانت المنشأة تعمل في ظل اقتصاديات حجم متزايدة أو متناقصة.

لمعرفة صفة اقتصاديات الحجم المتغيرة يطبق الـ DEA على نموذج ثالث هو نمـوذج اقتصـاديات الحجـم غير المتزايدة (NIRS) بتعديل علامة المساواة في معادلة قيد الحجم إلى علامة ≤. ويتم مقارنة معدل الكفاءة التقنية لنموذج NIRS بـنموذج VRS فـإذا تسـاوى المعدلان تُصف المنشأة بتناقص الحجم وإذا اختلفا تُصـف المنشأة بتزايد الحجم. والشكل أدناه يبين الحدود القصوى للإنتاج للنماذج الـثلاثة (NIRS, VRS, CRS) ومـوقـع عـدد من المنشآت بالنسبة لهذه الحدود وذلك لدالة إنتاجية بسيطة تتكون من مخرج واحـد (y) ومدخل واحد (x).



المصدر: Coelli et. al. (2000)

فـي ظل CRS تمثـ ـل المسافة PP_c مدى عدم الكفاءة التقنية للنقطة P بينما في ظـل VRS تمثل عدم الكفاءة التقنية لذات النقطة بالمسافة PP_v فقط. ويمثل الفرق فـي المسافة (أي P_cP_v) درجة عدم الكفاءة الحجمية للمنشأة P. رياضياً يعبر عن هذه المؤشرات كالآتي:

$$TE_{CRS} = \frac{AP_c}{AP}$$

$$TE_{VRS} = \frac{AP_v}{AP}$$

$$SE = \frac{AP_c}{AP_v}$$

$$\Rightarrow TE_{CRS} = TE_{VRS} \times SE$$

يتضـح أيضـاً مـن مقارنة معدلات الكفاءة التقنيـة للنماذج CRS، VRS و NIRS أن المنشـأة Q تتصـف بتناقـص اقتصاديـات الحجـم حيـث $TE_{NIRS} = TE_{VRS}$ ، والمنشـأة R تتصـف بثبـات اقتصاديـات الحجـم

حيث $TE_{NIRS} = TE_{VRS} = TE_{CRS}$ ، والمنشأة P تتصف بتزايد اقتصاديات الحجم حيث $TE_{NIRS} \neq TE_{VRS}$.

هنالك برامج عديدة يمكن استخدامها في حل نماذج البرمجة الخطية وبالتالي في حساب مؤشرات الكفاءة بطريقة DEA. البرنامج الذي نقترحه هنا يسمى (Data Envelopment Analysis Program) DEAP، ويمكن التعرف عليه في موقع الإنترنت: http://www.une.edu.au/Econometrics. وهو برنامج متخصص في حساب مؤشرات الكفاءة بطريقة DEA. يتبع برنامج DEAP نفس هيكل برنامج TFPIP الذي أشرنا إليه في حساب مؤشرات الإنتاجية. حيث يحتاج المستخدم لتجهيز ملف للبيانات وملف للتعليمات وحيث ترتيب المشاهدات في ملف البيانات يطابق تماماً ترتيبها في برنامج TFPIP. أما ملف التعليمات فشبيه بملف التعليمات لبرنامج TFPIP ويختلف عنه فقط في خيارات المؤشرات. وتشتمل مخرجات البرنامج على ملخص عن الأداء الكلي للمنشآت وأيضاً عن أدائها التفصيلي وتتمثل مفردات الملخص الإجمالي في كفاءة المنشآت، الأنداد وأوزانها والأهداف بالنسبة للمدخلات والمخرجات.

3 ـ نماذج الـ DEA ذات التوجيه الإخراجي:

بالمقارنة مع نموذج التوجيه الاستخدامي يعرف نموذج التوجيه الإخراجي معدل الكفاءة التقنية للمنشأة على أنه الزيادة التناسبية في الإنتاج مع ثبات مقادير المدخلات. وبما أن نماذج التوجيه الاستخدامي ونماذج التوجيه الإخراجي تعملان في تقدير نفس الحدود التقنية نجد أنه لا خلاف بين الاثنين في تحديد المنشآت ذات الكفاءة الكاملة ولكن يكمن الاختلاف بين الطريقتين في حساب مؤشر الكفاءة للمنشأة غير الكفؤة تقنياً وذلك في حالة عدم ثبات اقتصاديات الحجم.

أما من وجهة النظر التطبيقية فإنه يتم الاختيار بين التوجيه الاستخدامي التوجيه الإخراجي عند قياس معدلات الكفاءة اعتماداً على درجة تحكم إدارة المنشأة في تحديد المدخلات والمخرجات الإنتاجية.

تشبه نماذج الـ DEA ذات التوجيه الإخراجي لدرجة كبيرة نماذج الـ DEA ذات التوجيه الاستخدامي كما يتضح من النموذج التالي لاقتصاديات الحجم المتغيرة (VRS) ذات التوجيه الإخراجي:

$$
\begin{aligned}
& Max_{\phi,\lambda}\phi \\
& st \\
& -\phi y_i + Y\lambda \geq 0 \\
& x_i - X\lambda \geq 0 \\
& Z'\lambda = 1 \\
& \lambda \geq 0
\end{aligned}
$$

حـيث $1 \leq \phi < \infty$ و $\phi - 1$ تمـثل الزيادة التناسبية في المخرجات التي يمكن للمنشـأة i تحقيقها بدون زيادة كميات المدخلات. ويمثل $\frac{1}{\phi}$ معدل الكفاءة التقنية (TE) للمنشـأة وهو أيضاً المؤشر الذي يحسبه برنامج DEAP لتقييم الكفاءة من جانب المخرجات.

4 ـ البيانات السعرية والكفاءة التوظيفية:

فـي ظـل توفـر المعلومات عن الأسعار وملائمة فرضيات تقليل التكلفة (Cost Minimization) ، تعظـيم الإيـراد (Revenue Maximization) أو تعظيم الربح (Profit Maximization) لوصـف السـلوك الاقتصـادي للمنشآت الإنتاجية يمكن بالإضـافة إلى الكفاءة التقنية حساب الكفاءة التوظيفية لهذه المنشآت. ولتحقيق ذلك يطبق نموذج الـ DEA مرتين: مرة لقياس الكفاءة التقنية والأخرى لقياس الكفاءة الاقتصادية للمنشأة ومن ثم تحسب الكفاءة التوظيفية بأخذ الفرق.

5 ـ معاملة المتغيرات الخارجية في نموذج DEA:

هـنالك العديد من العوامل والمؤثرات الخارجية التي تؤثر على كفاءة أداء المنشأة والتـي لا تستطيع إدارة المنشأة التحكم فيها كالملكية (قطاع خاص/عام، محدودة/ غير محدودة)، الموقع، النقابات العمالية وسياسات الحكومة. وقد استخدم اقتصاديو الكفـاءة العديـد مـن الطـرق لمعالجة هذه العوامل الخارجية أهما الطريقة ذات المـرحلتين (Two-Stage). حـيث المـرحلة الأولى تشمل على تطبيق نموذج DEA لتقديـر معدلات الكفاءة للمنشآت بدون أي اعتبار للعوامل الخارجية. أما المـرحلة الثانـية فتتمثل في إجراء نموذج انحدار يشتمل على العوامل الخارجية كمتغيـرات مسـتقلة ومعدلات الكفاءة كمتغير تابع. ثم تستخدم معاملات الانحدار في تصحيح معدلات الكفاءة لأثر العوامل الخارجية.

مراجع مختارة

محمد عدنان وديع (2001)، "محددات القدرة التنافسية للأقطار العربية في الأسواق الدولية"، المعهد العربي للتخطيط، الكويت.

Balk, B. and R. Altsin (1996), "A New Transitive Productivity Index", Journal of Productivity Analysis, 8, 19-27.

Caves, D., L. Christensen, and W. Diewert (1982), "Multilateral Comparisons of Output, Input and Productivity Using Superlative Index Numbers", Economic Journal, 92, 73-86.

Coelli, T., P. Rao, and G. Battese (2000), "An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis", Kluwer Academic Publishers, Norwell, USA.

Diewert, W. (1976), "Exact and Superlative Index Numbers", Journal of Econometrics, 4, 115-45.

Farrell, M. (1957), "The Measurement of Production Efficiency", Journal of Royal Statistical Society, Series A, 253-90.

Kenkel, J. (1989), "Introductory Statistics for Management and Economics", third edition, PWS-KENT Publishing Company, Boston, USA.

Limam, I. (2001), "Measuring Technical Efficiency of GCC Banks", Working Paper, API, Kuwait.

مثال تطبيقي لحساب الإنتاجية الكلية للعوامل
لقطاع الصناعات التحويلية في الأردن

تتميـز الأردن بقـدرات تنافسية لا بأس بها في صناعات المنسوجات، الكيماويات والمنتجات الورقـية. كذلك يأتي الاهتمام بقطاع الصناعات التحويلية في الأردن من أنه أكثر القطاعات الاقتصادية ديناميكية ونموا خلال التسعينات.

أ ـ معالجة البيانات:

تم استقاء بعض البيانات من تقرير اليونيدو السنوي عن البيانات الصناعية لمختلف دول العالم (International Yearbook of Industrial Statistics). ولغرض استيفاء القاعدة البيانية لحساب الإنتاجية (بيانات الأسعار والكميات)، تم حساب متوسط أجر العامل من بيانات العمالة والأجور، متوسط العائد على رأس المال من بيانات رأس المال، الأجور والقيمة المضافة بافتراض أن القيمة المضافة تمثل فقط الأجور والعائد على رأس المال، وتم أخذ الرقم القياسي لأسعار القطاع الصناعي والذي تم حسابه من إصدارات دراسات الدخل القومي للإسكوا ليمثل سعر الناتج الصناعي. ويورد الجدول أدناه القاعدة البيانية الناتجة.

بيانات قطاع الصناعات التحويلية في الأردن
1990 - 1991 (بالآلاف)

	السنة	الإنتاج بأسعار 1990	العمالة	رأس المال بالأسعار الثابتة	الرقم القياسي لأسعار القطاع الصناعي	متوسط أجر العامل	متوسط العائد على رأس المال
الكيماويات	1990	120897	1474	45824	1	4.05	0.51
	1991	127688	1725	41355	1.019	4.21	0.62
البلاستيك	1990	42649	2087	19500	1	1.8	0.38
	1991	48277	2503	23752	1.019	1.68	0.38
معدات النقل	1990	1552	98	1797	1	1.81	0.16
	1991	1807	271	1858	1.019	0.95	0.01
الأغذية	1990	145551	7819	67623	1	1.45	0.4
	1991	157988	9118	64133	1.019	1.52	0.39
المنسوجات	1990	30413	1367	9277	1	1.82	1.13
	1991	36365	1654	12989	1.019	1.76	0.88
الملبوسـات والأقمشة	1990	17527	2249	4952	1	3.08	0.33
	1991	21951	2877	5263	1.019	1.31	1.18
المنتجات الورقية	1990	44026	1605	19663	1	2.23	0.5
	1991	47121	1892	26811	1.019	2.17	0.4

المصدر: author's calculations based on:

ـ International Yearbook of Industrial Statistics, UNIDO, 1996.

ـ National Accounts Studies, ESCWA.

ب - حساب مؤشر الإنتاجية الكلية للعوامل:
يورد الجدول أدناه مؤشرات الإنتاجية الكلية للعوامل للصناعات المختلفة باستخدام برنامج TFPIP وذلك لسنة 1991 مقارنة بسنة الأساس 1990 في العمودين الأولين ومقارنة بصناعات الكيماويات في العمودين الأخيرين.

مؤشرات الإنتاجية لقطاع الصناعات التحويلية في الأردن

	مؤشر تورنفست الثنائي	مؤشر فيشر الثنائي	مؤشر تورنفست متعدد الأطراف	مؤشر تورنفست متعدد الأطراف
	1991-1990	**1991-1990**	**1990**	**1991**
الكيماويات	1.129	1.129	1.0	1.0
البلاستيك	0.934	0.934	0.591	0.492
معدات النقل	0.601	0.578	0.299	0.204
الأغذية	1.09	1.09	0.568	0.546
المنسوجات	0.896	0.896	0.814	0.648
الملبوســـــات والأقمشة	1.076	1.077	0.408	0.553
المنتجات الورقية	0.832	0.832	0.659	0.493

يشير الجدول للسمات التالية لأداء قطاع الصناعات التحويلية في الأردن خلال العامين 1990 و 1991 من حيث الإنتاجية:

- يظهر العمودين الأولين تساوي مؤشري تورنفست وفيشر للإنتاجية الكلية للعوامل في كل قطاعات الحالة الدراسية ماعدا قطاعي معدات النقل والملبوسات والأقمشة.
- زيادة الإنتاجية في صناعات الكيماويات، الأغذية، والملبوسات والأقمشة بين عامي 1990 و 1991 وتدنيها في الصناعات الأخرى وخاصة قطاع معدات النقل والذي تدنت إنتاجيته بنحو 40%.
- التدني في الإنتاجية بين عامي 1990 و 1991 في كل القطاعات مقارنة بقطاع الصناعات الكيماوية عدا قطاع الملبوسات والأقمشة ويعزى ذلك لآثار حرب الخليج الثانية.
- الفوارق في الإنتاجية بين الصناعات المختلفة وتذبذب ترتيب الصناعات من حيث الإنتاجية بين عامي 1990 و 1991. حيث نلاحظ تغير ترتيب الصناعات الثلاثة الأولى من حيث الإنتاجية من (الكيماويات، المنسوجات، المنتجات الورقية) في عام 1990 إلى (الكيماويات، المنسوجات، الملبوسات والأقمشة) في عام 1991. وحيث زاد الفارق في الإنتاجية بين قطاعي الكيماويات والمنسوجات من نحو 20% في 1990 إلى نحو 35% في 1991.
- تعكس الفوارق في الإنتاجية أن هنالك مجال كبير لتحسين إنتاجية قطاع الصناعات التحويلية من خلال استغلال الطاقات الإنتاجية المتاحة، تحسين التدريب، وتحسين طرق إدارة الإنتاج والتوظيف.

مثال تطبيقي لمؤشرات الكفاءة
لقطاع الصناعات التحويلية في الأردن

لحساب مؤشرات الكفاءة لقطاع الصناعات التحويلية في الأردن لعام 1990 يتم استخدام برنامج الحاسب الآلي DEAP والجدول التالي يبين تفاصيل هذه المؤشرات.

مؤشرات الكفاءة لقطاع الصناعات التحويلية في الأردن (1990)

	الكفاءة التقنية	الكفاءة الحجمية	اقتصاديات الحجم	الكفاءة التوظيفية	الكفاءة الاقتصادية
الكيماويات	1.0	1.0	ثابتة	1.0	1.0
البلاستيك	0.729	0.982	متناقصة	0.918	0.669
معدات النقل	1.0	0.313	متزايدة	1.0	1.0
الأغذية	1.0	0.694	متناقصة	1.0	1.0
المنسوجات	1.0	1.0	ثابتة	1.0	1.0
الملبوسات والأقمشة	1.0	1.0	ثابتة	0.398	0.398
المنتجات الورقية	0.775	0.991	متزايدة	0.966	0.749
المتوسط	0.929	0.854		0.897	0.831

ومع التحفظ على المستوى التجميعي للصناعات في الحالة الدراسية يمكن على وجه العموم استنتاج السمات التالية لأداء قطاع الصناعات التحويلية في الأردن من حيث الكفاءة التشغيلية:

- بالمقارنة مع الصناعات الأخرى تعاني صناعتي البلاستيك والمنتجات الورقية من عدم كفاءة في تشغيل التقنيات الإنتاجية المتاحة وكذلك في اختيار المزيج الأمثل لمدخلات الإنتاج علاوة على الإخفاق النسبي في استخدام الحجم الأمثل للطاقة الإنتاجية. أما سبب تدني الكفاءة في هذين القطاعين، فقد يكون نتيجة ظروف هيكلية داخلية أو معوقات خارجية واختناقات تحول دون الاستخدام الأمثل للتقنيات المتاحة.
- برغم الأداء الجيد من حيث الكفاءة التقنية والكفاءة التوظيفية، تكمن مشكلة قطاع معدات النقل في صغر الحجم حيث يمثل حجمه الحالي 30% فقط من حجمه التشغيلي الأمثل وقد انعكس ذلك سلبيا على الإنتاجية كما أشرنا عند مناقشتنا لمؤشرات الإنتاجية. في المقابل يوحي الجدول بتناقص في اقتصاديات الحجم لقطاع الأغذية رغم كفاءته التقنية والتوظيفية وقد يكون السبب في ذلك المستوى التجميعي للسلع في المثال حيث نلاحظ بوضوح كبر حجم قطاع الأغذية مقارنة بالصناعات التحويلية الأخرى.
- قطاع الملبوسات والأقمشة، فرغم كفاءته التقنية والحجمية، تشير النتائج إلى وجود خلل كبير في توظيف القطاع لمدخلات الإنتاج حيث تبلغ كفاءته التوظيفية 40% فقط. وبالرجوع لبيانات المدخلات والأسعار في جدول بيانات قطاع الصناعات التحويلية في الأردن يتضح أن السبب في ذلك هو الاستخدام الكثيف للعمالة عام 1990 رغم ارتفاع متوسط أجر العامل وعند حسابنا لمؤشر الكفاءة التوظيفية في 1991 حين انخفضت أجور العمالة مقارنة بتكلفة رأس المال وجدناه يساوي 1.0.

- إجمـالاً يشـير الجـدول إلى أن متوسط معدل الكفاءة الاقتصادية لقطاع الصناعات التحويلـية فـي الأردن بلغ 83% في 1990. أي أن هنالك مجال للارتقاء بمستوى كفـاءة أداء القطـاع بـنحو 17% وذلـك بتحسين الكفاءة التقنية بنحو 7% والكفاءة التوظيفية بنحو 10%.

قائمة إصدارات جسر التنمية

العنوان	المؤلف	رقم العدد
مفهوم التنمية	د. محمد عدنان وديع	الأول
مؤشرات التنمية	د. محمد عدنان وديع	الثاني
السياسات الصناعية	د. أحمد الكواز	الثالث
الفقر: مؤشرات القياس والسياسات	د. علي عبد القادر	الرابع
الموارد الطبيعية واقتصادات نفاذها	أ. صالح العصفور	الخامس
استهداف التضخم والسياسة النقدية	د. ناجي التوني	السادس
طرق المعاينة	أ. حسن الحاج	السابع

*** للاطلاع على الأعداد السابقة يمكنكم الرجوع إلى العنوان الإلكتروني التالي :**

http://www.arab-api.org/develop_1.htm